

AX

## Abstract for JP 10240714

012130173/3,AB

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

012130173

WPI Acc No: 1998-547085/199847

XRPX Acc No: N98-426315

Simulation method using Petri-net theory - involves operating counter of processed token in place and changing conditions of attribute of processed object

Patent Assignee: TOSHIBA KK (TOKE )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10240714	A	19980911	JP 9737628	A	19970221	199847 B

Priority Applications (No Type Date): JP 9737628 A 19970221

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 10240714	A	9	G06F-017/00	

Abstract (Basic): JP 10240714 A

The method involves passing a token (G), which expresses a processed object, to a simulation model which combined with a Petri-net symbol. The Petri-net symbol has a place (P20) for processing the processed object and performs simulation. A counter (i) which shows condition substitute of the attribute of the processed object is added to the token.

The counter of the processed token is operated in the place and the conditions of the attribute of the processed object is changed.

ADVANTAGE - Performs simulation using simulation model of simple expression.

Dwg.1/11

?

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-240714

(43)公開日 平成10年(1998)9月11日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 06 F 17/00

識別記号

F I

G 06 F 15/20

D

審査請求 未請求 請求項の数8 O.L (全9頁)

(21)出願番号

特願平9-37628

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(22)出願日 平成9年(1997)2月21日

(72)発明者 大内 俊弘

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術研究所内

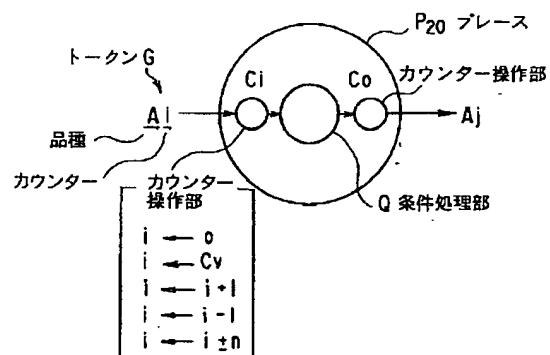
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54)【発明の名称】 シミュレーション方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】本発明は、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いてシミュレーションを実行する。

【解決手段】少なくとも製品の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルに、製品を表現するトークンGを流してシミュレーションを実行する場合、製品の属性、例えば品種Aの条件替えを表すカウンタ  $i$  をトークンGに付加し、プレース  $P_{20}$  では、処理したトークンGのカウンタ  $i$  を操作して製品の品種Aの条件を替える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも被処理物の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルに、前記被処理物を表現するトークンを流してシミュレーションを実行するシミュレーション方法において、

前記被処理物の属性の条件替えを表す補足符号を前記トークンに付加し、前記プレースでは、処理した前記トークンの前記補足符号を操作して前記被処理物の属性の条件を替えることを特徴とするシミュレーション方法。

【請求項2】 少なくとも被処理物の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルに、前記被処理物を表現するトークンを流してシミュレーションを実行するシミュレーション装置において、

前記トークンに付加された前記被処理物の属性の条件替えを表す補足符号と、

前記プレースで処理された前記トークンの前記補足符号を操作して前記被処理物の属性の条件替えを行う条件操作手段と、を具備したことを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項3】 前記補足符号は、カウンタ機能を有することを特徴とする請求項2記載のシミュレーション装置。

【請求項4】 前記条件操作手段は、前記トークンから前記カウンタ機能を取り外す第1の機能、前記カウンタ機能に任意の値を設定する第2の機能、前記カウンタ機能をカウントアップ又はカウントダウンする第3の機能、前記カウンタ機能に対して任意の値をカウントアップ又はカウントダウンする第4の機能を有することを特徴とする請求項3記載のシミュレーション装置。

【請求項5】 少なくとも被処理物の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルを用いたシミュレーション方法において、前記被処理体を表現してシミュレーション実行により前記シミュレーションモデルに流れるトークンに前記被処理物の期限に関する属性を付加し、これらトークンのうち少なくとも2つのトークンが同一プレースの各入力側に略同時に現れた場合、これらトークンに付加された前記属性に従った優先順位で前記各トークンを流すことを特徴とするシミュレーション方法。

【請求項6】 前記トークンに付加する属性は、前記被処理物の納期又は緊急度であることを特徴とする請求項5記載のシミュレーション方法。

【請求項7】 少なくとも被処理物の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルを用いたシミュレーション装置において、前記被処理体を表現してシミュレーション実行により前記シミュレーションモデルに流れ、かつ前記被処理物の期限に関する属性が付加されたトークンと、

少なくとも2つのトークンが同一プレースの各入力側に略同時に現れた場合、これらトークンに付加された前記属性の期限に基づいて前記各トークンの前記プレースへの到達の優先順序を決定する優先順序決定手段と、を具備したことを特徴とするシミュレーション装置。

【請求項8】 前記トークンに付加する属性は、前記被処理物の納期又は緊急度であることを特徴とする請求項7記載のシミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ペトリネット理論に基づき、工作機械などを表現するプレースやこれらプレース間を接続するトランジション、製品などの被処理物を表現するトークンなどのペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルを用いたシミュレーション方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 ペトリネット理論を用いた製造工程などのシミュレーション方法は、工作機械などを表現するプレースやこれらプレース間を接続するトランジションなどのペトリネット符号を製造工程に沿って組み合わせてシミュレーションモデルを構成し、このシミュレーションモデルに製品などの被処理物を表現するトークンを流すことによって、製造工程のシミュレーションを実行するものである。

【0003】 このような方法には、同一プレースにトークンを2回通過させ、それぞれの通過のときの各処理条件を異ならせて処理するループ型のシミュレーションモデルがある。

【0004】 図10はかかるループ型のシミュレーションモデルを示している。このシミュレーションモデルは、プレースP<sub>1</sub>にトランジションT<sub>1</sub>を介してプレースP<sub>2</sub>を接続するとともに、プレースP<sub>3</sub>をトランジションT<sub>2</sub>を介してプレースP<sub>2</sub>に接続し、かつこのプレースP<sub>2</sub>の出力側をトランジションT<sub>2</sub>に接続したものである。

【0005】 このような構成において、プレースP<sub>1</sub>では、品種A<sub>1</sub>のトークンが処理される。この後、品種A<sub>1</sub>のトークンは、トランジションT<sub>1</sub>を経由してプレースP<sub>2</sub>に到達し、ここでは品種A<sub>1</sub>のトークンを処理条件a<sub>1</sub>に従って処理する。

【0006】 この後、トランジションT<sub>2</sub>には、各プレースP<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>が接続されているが、ここではプレースP<sub>3</sub>で扱うトークンの属性を継承するようになっているので、トランジションT<sub>2</sub>によって品種A<sub>1</sub>のトークンは消滅し、このトランジションT<sub>2</sub>の出力側に品種A<sub>2</sub>のトークンがプレースP<sub>3</sub>に発生する。

【0007】 この品種A<sub>2</sub>のトークンは、再度プレースP<sub>2</sub>に到達し、今度は処理条件a<sub>2</sub>に従って処理される。しかしながら、このようなシミュレーションモデル

では、1つのプレース  $P_2$  で同じ品種のトークンを異なる処理条件で処理する場合、トランジション  $T_2$  とプレース  $P_3$  とを余分にモデル化しなければならない。

【0008】一方、実際の製造工程などでは、製品製造にあたってその納期又は緊急度が必要になる。図1-1はかかる納期又は緊急度を意識したシミュレーションモデルを示している。

【0009】このシミュレーションモデルは、遅延系統としてプレース  $P_{10}$ 、トランジション  $T_{10}$ 、プレース  $P_{11}$ 、トランジション  $T_{11}$  及びプレース  $P_{12}$  を接続するとともに、優先系統としてプレース  $P_{13}$ 、トランジション  $T_{10}$  及び上記プレース  $P_{12}$  を接続したものである。

【0010】このような構成であれば、プレース  $P_{10}$  にはトークン「a」が存在し、プレース  $P_{13}$  にはトークン「b」が存在する。このとき、トークン「a」は、トークン「b」よりも先に到達したものとする。

【0011】ところが、ここでトークン「a」の納期は  $t_a$  であり、トークン「b」の納期は  $t_b$  で、これら納期  $t_a$ 、 $t_b$  の関係が、納期  $t_a$  よりも納期  $t_b$  の方が短く、 $t_a > t_b$  であれば、プレース  $P_{12}$  に対し、トークン「b」を先に通過させないと納期に間に合わなくなる。

【0012】そこで、トークン「a」だけをプレース  $P_{11}$  に誘導し、ここで一定期間の遅延をかける。このようなシミュレーションモデルの構成とすることで、トークン「b」を先に通過させてプレース  $P_{12}$  に到達させていく。

【0013】しかしながら、このようなシミュレーションモデルでは、納期又は緊急度を意識させるために、優先するトークン「b」を優先系統でバイパスし、かつ優先したくないトークン「a」を遅延系統を通すように記述しなければならない。このため、シミュレーションモデルでの工夫が必要となり、高度なモデリングが必要となり、又作られたシミュレーションモデルも複雑となる。

#### 【0014】

【発明が解決しようとする課題】以上のようにループ型のシミュレーションモデルでは、1つのプレース  $P_2$  で同じ品種のトークンを異なる処理条件で処理する場合、トランジション  $T_2$  とプレース  $P_3$  とを余分にモデル化しなければならず、シミュレーションモデルが複雑化する。

【0015】一方、納期又は緊急度を意識させるシミュレーションモデルでも、優先系統のバイパスや遅延させる系統を記述しなければならず、これもシミュレーションモデルが複雑化する。

【0016】そこで本発明は、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いてシミュレーション実行ができるシミュレーション方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0017】又、本発明は、1つのプレースで同じ品種のトークンを異なる処理条件で処理する場合でも、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いることができるシミュレーション方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0018】又、本発明は、納期又は緊急度を意識させる場合でも、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いることができるシミュレーション方法及びその装置を提供することを目的とする。

#### 【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、少なくとも被処理物の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルに、被処理物を表現するトークンを流してシミュレーションを実行するシミュレーション方法において、被処理物の属性の条件替えを表す補足符号をトークンに付加し、プレースでは、処理したトークンの補足符号を操作して被処理物の属性の条件を替えるシミュレーション方法である。

【0020】請求項2によれば、少なくとも被処理物の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルに、被処理物を表現するトークンを流してシミュレーションを実行するシミュレーション装置において、トークンに付加された被処理物の属性の条件替えを表現する補足符号と、プレースで処理されたトークンの補足符号を操作して被処理物の属性の条件替えを行う条件操作手段と、を具備したシミュレーション装置である。

【0021】請求項3によれば、請求項2記載のシミュレーション装置において、補足符号は、カウンタ機能を有する。請求項4によれば、請求項3記載のシミュレーション装置において、条件操作手段は、トークンからカウンタ機能を取り外す第1の機能、カウンタ機能に任意の値を設定する第2の機能、カウンタ機能をカウントアップ又はカウントダウンする第3の機能、カウンタ機能に対して任意の値をカウントアップ又はカウントダウンする第4の機能を有する。

【0022】請求項5によれば、少なくとも被処理物の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルを用いたシミュレーション方法において、被処理体を表現してシミュレーション実行によりシミュレーションモデルに流れるトークンに被処理物の期限に関する属性を付加し、これらトークンのうち少なくとも2つのトークンが同一プレースの各入力側に略同時に現れた場合、これらトークンに付加された属性に従った優先順位で各トークンを流すシミュレーション方法である。

【0023】請求項6によれば、請求項5記載のシミュレーション方法において、トークンに付加する属性は、被処理物の納期又は緊急度である。請求項7によれば、

少なくとも被処理物の処理を行うプレースを有するペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルを用いたシミュレーション装置において、被処理体を表現してシミュレーション実行によりシミュレーションモデルに流れ、かつ被処理物の期限に関する属性が付加されたトークンと、少なくとも2つのトークンが同一プレースの各入力側に略同時に現れた場合、これらトークンに付加された属性の期限に基づいて各トークンのプレースへの到達の優先順序を決定する優先順序決定手段と、を具備したシミュレーション装置である。請求項8によれば、請求項7記載のシミュレーション装置において、トークンに付加する属性は、被処理物の納期又は緊急度である。

#### 【0024】

##### 【発明の実施の形態】

(1) 以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。本発明のシミュレーション方法は、例えば工作機械などによる製品の処理を表現するプレース等のペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルに、製品を表現するトークンを流してシミュレーションを実行する場合、製品の属性、例えば品種の条件替えを表すためのカウンタ機能を備えた補足符号をトークンに付加し、プレースでは、処理したトークンの補足符号を操作して製品の品種の条件を替えるものである。

【0025】図1はかかる方法を適用したシミュレーションモデルの構成図である。プレースP<sub>20</sub>には、製品を表すトークンGが入力する。このトークンGには、品種Aを表す属性と、製品の品種を切り替えるためのカウンタ機能を有する補足符号（以下、カウンタと称する）i<sub>1</sub>とが組み合わされて付加されている。

【0026】又、プレースP<sub>20</sub>には、トークンGで表現されている製品に対し、その品種別の処理条件に従って加工処理を行う条件処理部Qが備えられ、かつこの条件処理部Qの入出力側にそれぞれカウンタ操作部C<sub>1</sub>、C<sub>0</sub>が接続されている。

【0027】これらカウンタ操作部C<sub>1</sub>、C<sub>0</sub>は、プレースP<sub>20</sub>の条件処理部Qで処理されたトークンGのカウンタi<sub>1</sub>を操作して製品の品種の条件替えを行う機能を有している。

【0028】具体的にカウンタ操作部C<sub>1</sub>、C<sub>0</sub>は、トークンGからカウンタi<sub>1</sub>を取り外すリセットの第1の機能（i<sub>1</sub>←0）、カウンタi<sub>1</sub>に任意の値を設定する第2の機能（i<sub>1</sub>←C<sub>V</sub>）、カウンタi<sub>1</sub>をカウントアップ又はカウントダウンする第3の機能（i<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>+1又はi<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>-1）、カウンタi<sub>1</sub>に対して任意の値をカウントアップ又はカウントダウンする第4の機能（i<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>±n）を有している。

【0029】このシミュレーションモデルは、CPUによるシミュレーションプログラムの実行により作動するものとなっている。このようなシミュレーションモデル

において、例えばカウンタ操作部C<sub>1</sub>が、

i<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>+0

カウンタ操作部C<sub>0</sub>が、

i<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>+1

に設定されていると、品種A<sub>i</sub>の製品を表現するトークンA<sub>i</sub>がプレースP<sub>20</sub>のカウンタ操作部C<sub>1</sub>に到達すると、このトークンA<sub>i</sub>は、そのまま通過して条件処理部Qに入力し、ここで製品に対する処理が行われる。

【0030】この後、トークンA<sub>i</sub>は、カウンタ操作部C<sub>0</sub>の操作によりA<sub>i</sub>+1の品種となる。次に、このプレースP<sub>20</sub>をループ型のシミュレーションモデルに適用した例を図2を参照して説明する。

【0031】プレースP<sub>21</sub>には、トランジションT<sub>20</sub>を介してプレースP<sub>20</sub>が接続され、かつこのプレースP<sub>20</sub>の出力側が自身の入力側に接続されている。このシミュレーションモデルも、CPUによるシミュレーションプログラムの実行により作動するものとなっている。

【0032】なお、上記同様に、カウンタ操作部C<sub>1</sub>はi<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>+0、カウンタ操作部C<sub>0</sub>はi<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>+1に設定されている。このようなシミュレーションモデルであれば、プレースP<sub>21</sub>のトークンGは、上記同様に品種Aとカウンタi<sub>1</sub>（=1）とを持っている。このトークンGがプレースP<sub>20</sub>に到達すると、カウンタ操作部C<sub>1</sub>によってカウンタi<sub>1</sub>（=1）は、i<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>+0により操作され、A<sub>i</sub>の状態で条件処理部Qに到達し、処理される。

【0033】この後、トークンGが条件処理部Qが出ると、カウンタ操作部C<sub>0</sub>によってカウンタi<sub>1</sub>（=1）は、i<sub>1</sub>←i<sub>1</sub>+1により操作され、品種A<sub>2</sub>の製品となる。この品種A<sub>2</sub>の製品は、再びプレースP<sub>20</sub>に入力して処理される。

【0034】次に、上記シミュレーションモデルを実行させるためのシミュレーション装置について図3に示す構成図を参照して説明する。CPUから成る主制御部1には、キーボード2及びマウス3の接続された入力部4及びディスプレイ5が接続され、かつ主制御部1から発せられる指令によりシミュレーションモデル保持部6、シミュレーション実行部7、カウンタ部8及び条件操作部9が作動する構成となっている。

【0035】このうちシミュレーションモデル保持部6には、工作機械などを表現するプレースやこれらプレース間を接続するトランジション、製品などを表現するトークンなどのペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデル、例えば図2に示すようなループ型のシミュレーションモデルを保持している。

【0036】シミュレーション実行部7は、シミュレーションモデル保持部6に保持されているシミュレーションモデルに、ペトリネット符号に付加されている各処理条件に従ってトークンを流し、例えば製造工程の製品の製造数、可動率、歩留まりなどを求める機能を有している。

【0037】カウンタ部8は、トークンGに付加されているカウンタ*i*におけるリセット、カウントアップ、カウントダウンなどを行い、そのカウント値を記憶する機能を有している。

【0038】条件操作部9は、トークンGに存在する各カウンタ操作部C<sub>1</sub>、C<sub>0</sub>を作動させるもので、トークンGからカウンタ*i*を取り外すリセットの第1の機能(i ← 0)、カウンタ*i*に任意の値を設定する第2の機能(i ← C<sub>V</sub>)、カウンタ*i*をカウントアップ又はカウントダウンする第3の機能(i ← i + 1又はi ← i - 1)、カウンタ*i*に対して任意の値をカウントアップ又はカウントダウンする第4の機能(i ← i ± n)を有している。

【0039】次に上記の如く構成された装置の作用について図2に示すループ型のシミュレーションモデルに適用した場合について説明する。シミュレーション実行部7の動作により例えばプレースP<sub>21</sub>にトークンGが現れる。このトークンGは、上記同様に品種Aとカウンタ*i*(=1)とを持っている。

【0040】このトークンGがプレースP<sub>20</sub>に到達すると、カウンタ操作部C<sub>i</sub>によってカウンタ*i*(=1)は、i ← i + 0により操作され、A<sub>i</sub>の状態で条件処理部Qに到達する。このとき、カウンタ操作部C<sub>i</sub>は、カウンタ部8の動作によって操作処理される。

【0041】そして、品種A<sub>1</sub>のトークンGは、シミュレーション実行部7の動作により条件処理部Qにおいて処理され、この条件処理部Qを出て、カウンタ操作部C<sub>0</sub>に到達する。

【0042】このカウンタ操作部C<sub>0</sub>では、カウンタ部8の動作によってトークンGのカウンタ*i*(=1)がi ← i + 1により操作され、品種A<sub>2</sub>の製品とする。この品種A<sub>2</sub>の製品は、再びプレースP<sub>20</sub>に入力して処理される。

【0043】このように上記第1の実施の形態によれば、ループ型のシミュレーションモデルにおいて1つのプレースP<sub>20</sub>で同じ品種のトークンGを異なる処理条件で処理する場合でも、カウンタ操作部C<sub>i</sub>、C<sub>0</sub>を備えたプレースP<sub>20</sub>を用いることにより、シミュレーションモデルを簡単に表現して構築でき、かつデバックに対して短時間で行うことが可能となる。

(2) 以下、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0044】本発明のシミュレーション方法は、ペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデルを用いてシミュレーションを行う場合、シミュレーションモデルに流れる製品等のトークンに、この製品の期限に関する属性、例えば納期又は緊急度を付加し、かつこれらトークンのうち少なくとも2つのトークンが同一プレースの各入力側に略同時に現れた場合、これらトークンに付加された納期又は緊急度に従った優先順位で各トーク

ンを流すものである。

【0045】図4はかかる方法を適用したシミュレーションモデルの構成図である。プレースP<sub>30</sub>にはトランジションT<sub>30</sub>を介してプレースP<sub>32</sub>が接続され、これと共にプレースP<sub>31</sub>にはトランジションT<sub>31</sub>を介して上記プレースP<sub>32</sub>が接続されている。

【0046】プレースP<sub>30</sub>、P<sub>31</sub>には、それぞれ製品を表現するトークン「a」「b」が現されるが、これらトークン「a」「b」には、製品の期限に関する属性、例えば納期又は緊急度t<sub>a</sub>、t<sub>b</sub>(ここでは、納期t<sub>a</sub>、t<sub>b</sub>とする)が付加されている。なお、これら納期t<sub>a</sub>、t<sub>b</sub>は、プレースP<sub>32</sub>においてのものである。

【0047】このシミュレーションモデルは、CPUによるシミュレーションプログラムの実行により作動するものとなっている。このようなシミュレーションモデルであれば、例えば各プレースP<sub>30</sub>、P<sub>31</sub>にそれぞれトークン「a」「b」が存在し、このうちトークン「a」がトークン「b」よりも先に到達したとする。

【0048】ここで、各トークン「a」「b」に付加されている納期t<sub>a</sub>、t<sub>b</sub>の関係が、納期t<sub>a</sub>よりも納期t<sub>b</sub>の方が短く、

$$t_a > t_b$$

に設定されていれば、トークン「b」がプレースP<sub>32</sub>に先に到達する。

【0049】次に、上記シミュレーションモデルを実行させるためのシミュレーション装置について図5に示す構成図を参照して説明する。CPUから成る主制御部10には、キーボード11及びマウス12の接続された入力部13及びディスプレイ14が接続され、かつ主制御部10から発せられる指令によりシミュレーションモデル保持部15、シミュレーション実行部16、トークン属性部17及び優先順序決定部18が作動する構成となっている。

【0050】このうちシミュレーションモデル保持部15には、工作機械などを表現するプレースやこれらプレース間を接続するトランジション、製品などを表現するトークンなどのペトリネット符号を組み合わせたシミュレーションモデル、例えば図4に示すようなシミュレーションモデルを保持している。

【0051】シミュレーション実行部16は、シミュレーションモデル保持部15に保持されているシミュレーションモデルに、ペトリネット符号に付加されている各処理条件に従ってトークンを流し、例えば製造工程の製品の製造数、可動率、歩留まりなどを求める機能を有している。

【0052】トークン属性部17は、シミュレーション実行によりシミュレーションモデルに流れるトークンに付加された期限に関する属性、例えば納期又は緊急度を各トークン毎に保持している。例えば、トークン「a」「b」に納期が付加され、これら納期t<sub>a</sub>、t<sub>b</sub>の関係

が、上記同様に、 $t_a > t_b$  に設定されている。

【0053】優先順序決定部18は、シミュレーション実行中、例えば2つのトークン「a」「b」が同一プレースP<sub>32</sub>の各入力側に略同時に現れた場合、これらトークン「a」「b」に付加された納期 $t_a$ 、 $t_b$ に基づいて各トークン「a」「b」のプレースP<sub>32</sub>への到達の優先順序を決定する機能を有している。

【0054】次に上記の如く構成された装置の作用について図4に示すシミュレーションモデルに適用した場合について説明する。シミュレーション実行部16の動作により、各プレースP<sub>30</sub>、P<sub>31</sub>にそれぞれトークン「a」「b」が到達し、このうちトークン「a」がトークン「b」よりも先に到達したとする。

【0055】このとき、優先順序決定部18は、これらトークン「a」「b」に付加されている納期 $t_a$ 、 $t_b$ を比較し、これらトークン「a」「b」のプレースP<sub>32</sub>への到達の優先順序を決定する。

【0056】この場合、これらトークン「a」「b」に付加されている納期 $t_a$ 、 $t_b$ の関係が、納期 $t_a$ よりも納期 $t_b$ の方が短く、 $t_a > t_b$  に設定されていれば、トークン「b」を優先的にプレースP<sub>32</sub>に到達するように決定する。

【0057】これにより、トークン「b」が先にプレースP<sub>32</sub>に到達し、次にトークン「a」がプレースP<sub>32</sub>に到達する。このように上記第2の実施の形態によれば、納期又は緊急度を意識させる場合でも、各トークンに納期又は緊急度を付加させることで、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いて、シミュレーションができる。

(3) 次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、図5と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0058】図6はシミュレーション装置の構成図である。CPUから成る主制御部10には、この主制御部10から発せられる指令により加工経路テーブル20、シミュレーションモデル構築部21、シミュレーション実行部22、及び上記同様のトークン属性部17、優先順序決定部18が作動するように接続されている。

【0059】加工経路テーブル20は、図7に示すように例えばマシンM<sub>1</sub>～M<sub>4</sub>を備えた製品の製造工程において、各品種A、B、Cに対する各加工経路が記憶されている。例えば、品種AであればマシンM<sub>2</sub>からマシンM<sub>4</sub>に流れ、品種BであればマシンM<sub>1</sub>からマシンM<sub>3</sub>、マシンM<sub>2</sub>、再びマシンM<sub>3</sub>に流れ。品種CであればマシンM<sub>3</sub>からマシンM<sub>1</sub>に流れ。

【0060】シミュレーションモデル構築部21は、加工経路テーブル20に記憶されている各品種A、B、Cの各加工経路に従ってペトリネット符号を用いたシミュレーションモデルを構築する機能を有している。

【0061】ここで、説明の簡単化するために、品種

A、Bに対するシミュレーションモデルの構築を説明すると、品種Aのシミュレーションモデルは、この品種AがマシンM<sub>2</sub>からマシンM<sub>4</sub>に流れるものとなる。

【0062】一方、品種Bに対するシミュレーションモデルの構築は次の通りである。マシンM<sub>1</sub>は、図8(a)に示すように品種Bが入力して処理し、マシンM<sub>3</sub>へ渡すものとなる。

【0063】マシンM<sub>2</sub>は、同図(b)に示すようにマシンM<sub>3</sub>から品種Bを入力して処理し、再びマシンM<sub>3</sub>へ渡すものとなる。このマシンM<sub>3</sub>は、同図(c)に示すようにマシンM<sub>1</sub>から品種Bを入力して処理し、これをマシンM<sub>2</sub>へ渡し、かつマシンM<sub>2</sub>から品種Bを入力して処理し、これを完成品として出力するものとなる。

【0064】そして、マシンM<sub>4</sub>は、品種Bに対して使用しない。このように各マシンM<sub>1</sub>～M<sub>4</sub>における品種A、Bの入出力先が分かること、これらマシンM<sub>1</sub>～M<sub>4</sub>の接続関係が分かる。

【0065】そこで、これらマシンM<sub>1</sub>～M<sub>4</sub>をそれぞれペトリネット符号のプレースM<sub>1</sub>～M<sub>4</sub>として表現すると、品種A、Bに対するシミュレーションモデルは、図9に示す通りとなる。

【0066】すなわち、プレースM<sub>1</sub>にはトランジションT<sub>40</sub>を介してプレースM<sub>3</sub>が接続され、これと共にプレースM<sub>2</sub>にはトランジションT<sub>41</sub>を介して上記プレースM<sub>3</sub>が接続されている。

【0067】そして、プレースM<sub>3</sub>の出力側には、トランジションT<sub>42</sub>から分岐K、トランジションT<sub>43</sub>を介してプレースM<sub>2</sub>に戻り、接続されている。そして、このプレースM<sub>2</sub>には、トランジションT<sub>44</sub>を介して品種Aが入力する。なお、品種AのプレースM<sub>2</sub>からM<sub>4</sub>への経路は省略してある。

【0068】シミュレーション実行部22は、シミュレーションモデル構築部21で構築されたシミュレーションモデルに、ペトリネット符号に付加されている各処理条件に従ってトークンを流し、例えば製造工程の製品の製造数、可動率、歩留まりなどを求める機能を有している。

【0069】次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。シミュレーション実行部16の動作により、各プレースP<sub>30</sub>、P<sub>31</sub>にそれぞれ品種Bの各トークン「b<sub>1</sub>」「b<sub>2</sub>」が到達し、このうちトークン「b<sub>1</sub>」がトークン「b<sub>2</sub>」よりも先に到達したとする。なお、トークン「b<sub>2</sub>」は、プレースM<sub>3</sub>で一度処理された製品である。

【0070】このとき、優先順序決定部18は、これらトークン「b<sub>1</sub>」「b<sub>2</sub>」に付加されているプレースM<sub>3</sub>でのそれぞれの納期 $t_a$ 、 $t_b$ を比較し、これらトークン「b<sub>1</sub>」「b<sub>2</sub>」のプレースM<sub>3</sub>への到達の優先順序を決定する。

【0071】この場合、これらトークン「b<sub>1</sub>」「b<sub>2</sub>」

$b_2$ 」に付加されている納期  $t_a$ 、 $t_b$  の関係が、同一であれば、先に到達したトークン「 $b_1$ 」又は「 $b_2$ 」をプレース  $M_3$  に流す。

【0072】ところが、トークン「 $b_1$ 」の納期  $t_a$  よりもトークン「 $b_2$ 」の納期  $t_b$  の方が短く、 $t_a > t_b$  に設定されていれば、トークン「 $b_2$ 」を優先的にプレース  $M_3$  に到達するよう決定する。

【0073】これにより、トークン「 $b_2$ 」が先にプレース  $M_3$  に到達し、次にトークン「 $b_1$ 」がプレース  $M_3$  に到達する。一方、プレース  $M_2$  においてもトークンの優先順序決定が行われる。

【0074】このプレース  $M_2$  には、品種Aと品種Bの各トークン「A」、「 $b_2$ 」が入力する。すなわち、分岐Kにトークン「 $b_2$ 」が入力し、かつプレース  $M_2$  にトークン「A」が入力しようとすると、優先順序決定部18は、これらトークン「 $b_2$ 」、「A」に付加されているプレース  $M_2$  でのそれぞれの納期又は緊急度を比較し、この比較の結果、例えば品種Bのトークン「 $b_2$ 」の納期よりも品種Aのトークン「A」の納期の方が短く設定されていれば、この品種Aのトークン「A」を優先的にプレース  $M_2$  に到達するよう決定する。

【0075】これにより、トークン「A」が先にプレース  $M_2$  に到達し、次にトークン「 $b_2$ 」がプレース  $M_2$  に到達する。このように上記第3の実施の形態によれば、上記第2の実施の形態と同様に、納期又は緊急度を意識させる場合でも、各トークンに納期又は緊急度を付加させることで、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いて、シミュレーションができる。

【0076】そして、納期の短い製品又は緊急度の高い製品を優先して次のマシンに流すことができ、例えば納期の短い製品の納期内に製造できる製造工程のシミュレーションができる。なお、本発明は、上記第1乃至第3の実施の形態に限定されるものでなく各種変形してもよいことは言うまでもない。

【0077】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いてシミュレーション実行ができるシミュレーション方法及びその装置を提供できる。

【0078】又、本発明によれば、1つのプレースで同じ品種のトークンを異なる処理条件で処理する場合でも、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いることができるシミュレーション方法及びその装置を提供でき

る。

【0079】又、本発明によれば、納期又は緊急度を意識させる場合でも、簡単な表現のシミュレーションモデルを用いることができるシミュレーション方法及びその装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる第1の実施の形態のシミュレーションモデルの構成図。

【図2】同シミュレーションモデルを適用したループ型のシミュレーションモデルの構成図。

【図3】同ループ型シミュレーションモデルを実現するためのシミュレーション装置の構成図。

【図4】本発明に係わる第2の実施の形態のシミュレーションモデルの構成図。

【図5】同シミュレーションモデルを実現するためのシミュレーション装置の構成図。

【図6】本発明に係わる第3の実施の形態のシミュレーションモデル装置の構成図。

【図7】同装置における加工経路テーブルの模式図。

【図8】シミュレーションモデルの構築経過の一例を示す図。

【図9】構築されたシミュレーションモデルを示す図。

【図10】従来のループ型のシミュレーションモデルを示す図。

【図11】従来における納期又は緊急度を意識させるシミュレーションモデルを示す図。

【符号の説明】

$P_{20}$ …プレース、

$G$ …トークン、

$i$ …カウンタ（補足符号）、

$Q$ …条件処理部、

$C_i$ 、 $C_o$ …カウンタ操作部、

6、15…シミュレーションモデル保持部、

7、16…シミュレーション実行部、

8…カウンタ部、

9…条件操作部、

$P_{30}$ 、 $P_{31}$ 、 $P_{32}$ …プレース、

「 $a$ 」、「 $b$ 」…トークン、

17…トークン属性部、

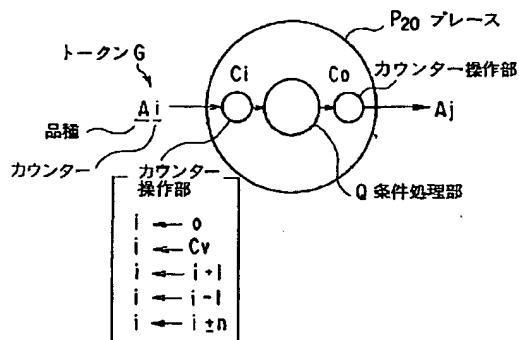
18…優先順序決定部、

20…加工経路テーブル、

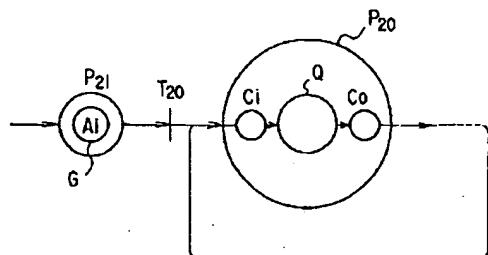
21…シミュレーションモデル構築部、

22…シミュレーション実行部。

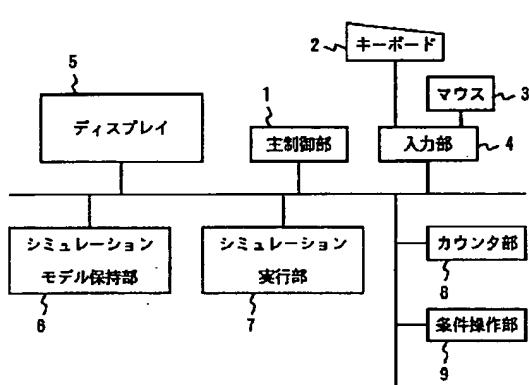
【図1】



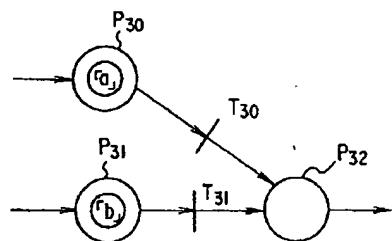
【図2】



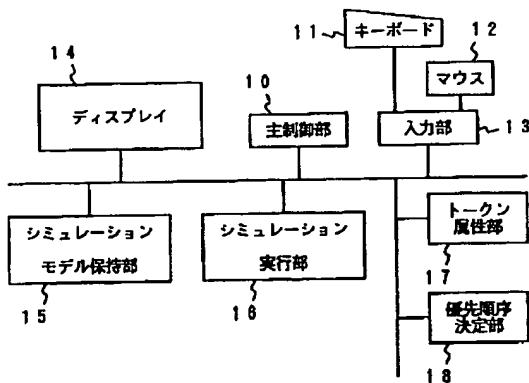
【図3】



【図4】



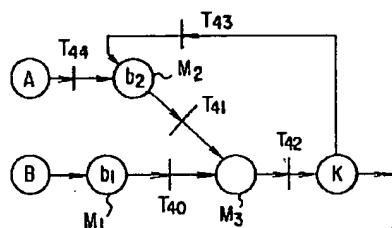
【図5】



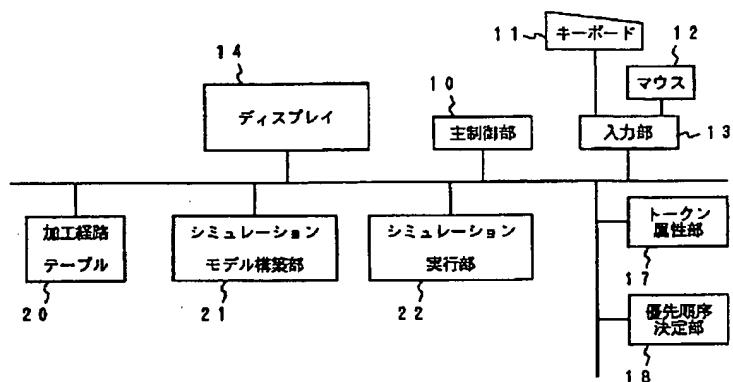
【図7】

マシン 品種	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>
A		①		②
B	①	③	②	④
C	②		①	

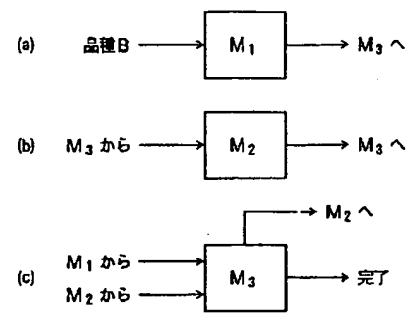
【図9】



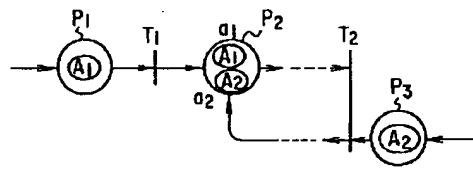
【図6】



【図8】



【図10】



【図11】

